

**DIAGNÓSTICO DE LOS TIEMPOS MEDIOS DE ATENCIÓN PARA LA
EJECUCIÓN DE TRABAJOS NO PROGRAMADOS EN LA RED
CORRESPONDIENTES A LA UNIDAD OPERATIVA BOGOTÁ ZONA SUR
CODENSA S.A ESP.**

Lida Yineth Montenegro Moreno

**DIAGNÓSTICO DE LOS TIEMPOS MEDIOS DE ATENCIÓN PARA LA
EJECUCIÓN DE TRABAJOS NO PROGRAMADOS EN LA RED
CORRESPONDIENTES A LA UNIDAD OPERATIVA BOGOTÁ ZONA SUR
CODENSA S.A ESP.**

Lida Yineth Montenegro Moreno

Trabajo de grado presentado como requisito
Parcial para optar al título de
Ingeniero Electricista

Pereira, Febrero de 2017

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

Programa de Ingeniería Eléctrica



Diagnóstico de los Tiempos Medios de Atención para la Ejecución de Trabajos no Programados en la Red Correspondientes a la Unidad Operativa Bogotá Zona Sur CODENSA S.A ESP.

©Lida Yineth Montenegro Moreno

Director: Jorge Humberto Sanz

Pereira, Febrero de 2017.

Programa de Ingeniería Eléctrica

Universidad Tecnológica de Pereira

La Julita, Pereira (Colombia)

TEL: (+57) (6) 3137122

www.utp.edu.co

Versión web disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisd/index.html>

Agradecimientos

El presente trabajo me gustaría agradecerle primero a Dios por bendecirme y haberme acompañado a lo largo de mi carrera.

También, le agradezco a mis padres María Eugenia y Nelson, y a mis hermanas Nelsy y Sharon por apoyarme incondicionalmente en el transcurso de mi vida.

A mi director de tesis, el ing. Jorge Humberto Sanz por su dedicación, apoyo y conocimiento.

A la empresa CODENSA S.A ESP por haberme dado la oportunidad de realizar mis prácticas universitarias y de desarrollar mi trabajo de grado; en especial a mis jefes, los ingenieros Jairo David Beltrán y Wilson Salomón Carrera que me aportaron apoyo y conocimiento para el desarrollo de mi práctica.

Agradezco a la familia Castañeda por toda la colaboración y el apoyo moral para mí y mi familia.

Resumen

Este proyecto presenta un análisis para el mejoramiento del procedimiento de atención de emergencia (trabajos no programados) en la empresa CODENSA S.A ESP con los cuales se busca reducir los tiempos medios de atención en estas actividades. Como herramienta para realizar este estudio, se utiliza la estrategia Lean Manufacturing (Manufactura esbelta, traducido al español) la cual es una filosofía que identifica los desperdicios que afectan la productividad de este procedimiento, generando así observaciones y sugerencias que permitan la mejora de este proceso, mejora en la calidad del servicio y aumento de la productividad. Para ello, se realizó la recopilación de información acerca de las actividades de emergencia realizadas en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2016 además de observaciones en terreno en este mismo periodo de tiempo.

Palabras claves: baremo, call center, desperdicio, fono servicio, incidencia, manufactura esbelta, metodología Lean, muda, productividad, procesos, tiempo medio de atención, valor.

Tabla de Contenido

| | Pág |
|---|-----------|
| 1 Introducción | 1 |
| 1.1 Metodología..... | 2 |
| 1.2 Objetivos..... | 3 |
| 1.2.1 General..... | 3 |
| 1.2.2 Específicos..... | 3 |
| 2 Proceso de Atención de Emergencia | 4 |
| 2.1 Zona de influencia..... | 4 |
| 2.2 Recurso para la atención de emergencia..... | 4 |
| 2.2.1 Sede Operativa..... | 5 |
| 2.2.2 Personal de trabajo..... | 5 |
| 2.2.3 Vehículos..... | 6 |
| 2.2.4 Dotación, herramientas y materiales..... | 7 |
| 2.2.5 Horario de trabajo..... | 8 |
| 2.2.6 Comunicaciones..... | 9 |
| 2.2.7 Despacho de materiales..... | 10 |
| 2.3 Esquema actual del Procedimiento para la Atención de Emergencias..... | 10 |
| 2.3.1 Generación de la incidencia..... | 12 |
| 2.3.2 Asignación de la incidencia..... | 12 |
| 2.3.3 Desplazamiento..... | 12 |
| 2.3.4 Localización de falla..... | 13 |
| 2.3.5 Ejecución de la actividad..... | 13 |
| 2.3.6 Reporte al Centro de Despacho..... | 14 |
| 2.3.7 Cierre de la incidencia..... | 14 |
| 2.4 Indicadores de Medición..... | 14 |
| 2.5 Tiempos medios de atención CODENSA S.A ESP..... | 15 |
| 3 Metodología Lean (Esbelta) | 19 |
| 3.1 Descripción de la Manufactura Esbelta..... | 19 |
| 3.1.1 Sobreproducción..... | 20 |
| 3.1.2 Tiempo de espera..... | 20 |
| 3.1.3 Transporte..... | 20 |
| 3.1.4 Inventario..... | 21 |
| 3.1.5 Movimientos..... | 21 |
| 3.1.6 Defectos..... | 21 |
| 3.1.7 Exceso de Procesado..... | 21 |
| 3.2 Mapa del flujo de valor actual..... | 22 |
| 3.3 Oportunidades de mejora encontrada por etapa..... | 24 |
| 3.3.1 Generación y asignación de la incidencia..... | 24 |
| 3.3.2 Desplazamiento..... | 24 |
| 3.3.3 Localización de la falla..... | 25 |
| 3.3.4 Ejecución de la actividad..... | 26 |
| 3.3.5 Cierre de la incidencia..... | 27 |
| 4 Conclusiones y Recomendaciones | 30 |

Lista de Tablas

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1: Distribución de cuadrillas semanal..... | 10 |
| Tabla 2: Stock de Materiales para las cuadrillas..... | 11 |
| Tabla 3. Distribución de turno de lunes a sábados para los despachadores de zona..... | 13 |
| Tabla 4. Distribución de turnos Domingos y Festivos para los despachadores de zona..... | 13 |
| Tabla 5: Baremo Atención de Emergencia..... | 17 |
| Tabla 6: Tiempos Medios de Atención para clientes empresariales..... | 21 |
| Tabla 7: Tiempo Medio de Atención para clientes hogares y pequeño comercio..... | 22 |
| Tabla 8: Distribución de cuadrillas por despachador de lunes a sábados..... | 31 |
| Tabla 9: Distribución de cuadrillas por despachador domingos y festivos..... | 31 |
| Tabla 10: Impacto de las oportunidades de mejora en los tiempos medios de atención de emergencia..... | 32 |
| Tabla 11: Impacto de las oportunidades de mejora en el TMA de clientes empresariales..... | 29 |
| Tabla 12: Impacto de las oportunidades de mejora en el TMA de clientes hogares y pequeño comercio..... | 29 |

1 Introducción

El grupo ENEL es una compañía multinacional del sector energético, líder mundial en el mercado de energía y gas; siendo la segunda empresa eléctrica de Europa en capacidad instalada neta (89GW), presente en 30 países y cuatro continentes, de la cual hace parte la compañía colombiana CODENSA S.A. ESP; que fue creada en 1997 debido al proceso de capitalización de la EEB (Empresa De Energía de Bogotá). Su actividad principal es la distribución y comercialización de energía eléctrica, cubriendo el 100% de la capital del país y 108 municipios de Cundinamarca. Cuenta con aproximadamente 120 subestaciones de distribución y una participación en el mercado Colombiano del 22%, contribuye al desarrollo económico del país [1] [2].

En la actualidad, la libre competencia existente, la globalización y el desarrollo tecnológico que avanza a pasos agigantados en el sector eléctrico han hecho que los clientes sean mucho más exigentes en cuanto a la calidad en el servicio de energía [3]. Compañías como CODENSA S.A ESP están interesadas en la optimización de sus procesos en la búsqueda de soluciones para satisfacer estas exigencias en un proceso tan continuo y dinámico como el mercado lo requiera para mejorar sus estándares de atención.

Cuando CODENSA S.A ESP, recibe un reporte para atender una emergencia o falla en la red, se activa un proceso interno cuidadoso, cuyo objetivo principal es restablecer el servicio de energía de forma rápida y oportuna. La calidad y continuidad del servicio son elementos esenciales de la razón de ser de la empresa [2]; al poder disminuir los tiempos de restablecimiento de las fallas en la red aumenta la confiabilidad del servicio de energía y la percepción que el cliente final tiene hacia la empresa. El contar con información confiable acerca del tiempo medio de atención en los trabajos no programados (incluye atención de emergencia y fallas) en la red, ayuda a realizar análisis estratégicos de los procedimientos sin afectar la prestación del servicio y la calidad del mismo, y se constituye además en una oportunidad de mejorar continuamente.

La práctica de extensión como modalidad de trabajo de grado, le brinda al estudiante de ingeniería eléctrica, la oportunidad de aportar a la empresa en el mejoramiento de sus procesos y la competitividad, poniendo en práctica lo aprendido durante su formación académica.

Adicionalmente pone a disposición el conocimiento para sugerir los tipos de modificación que se necesitan para alcanzar los objetivos; por ello el trabajo realizado por el practicante de

ingeniería se constituye en una herramienta valiosa a la hora de examinar y enfrentar un problema.

1.1 Metodología

Para alcanzar los objetivos de esta investigación, se plantea el desarrollo de las siguientes etapas:

- 1 Analizar el procedimiento de la operación para la atención de emergencia que se maneja en CODENSA S.A ESP actualmente.
- 2 Observar y comprender los procedimientos que utilizan los móviles de atención de emergencia cuando se presenta la incidencia¹.
- 3 Recopilar y analizar los tiempos de atención de emergencia y obtener los tiempos medios dependiendo de la incidencia.
- 4 Proponer y formular actividades de mejoramiento del procedimiento de atención de emergencia en la cual se pueda contribuir a la disminución de los tiempos medios de atención aplicando el análisis de la metodología LEAN.
- 5 Estudiar el impacto de los tiempos medios con respecto al mejoramiento del procedimiento de atención de emergencias PC054.
- 6 Analizar y recopilar los resultados obtenidos con el fin de presentar un informe final a CODENSA S.A ESP y a la universidad.

¹ Las incidencias son eventos constituidos por un incidente, falla o un descargo, presentado sobre la red [7]

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Realizar un Diagnóstico, a cerca de los tiempos medios de atención en el desarrollo de trabajos no programados en la red MT/BT de la unidad Operativa Bogotá Zona Sur de CODENSA S.A. ESP.

1.2.2 Específicos

- 1 Recopilar y registrar los tiempos de operación en los procesos de atención de trabajos no programados en la red.
- 2 Calcular los tiempos medios a partir de los datos obtenidos en campo.
- 3 Analizar e interpretar los datos obtenidos.
- 4 Proponer y hacer recomendaciones para el mejoramiento en la prestación del servicio de atención de trabajos no programados y fallas en la red con ayuda de la metodología LEAN.
- 5 Realizar el estudio del impacto que pueden tener en los tiempos medios de atención las recomendaciones acerca del mejoramiento en el procedimiento de Atención de Emergencia en la unidad operativa Bogotá Zona Sur de CODENSA S.A. ESP.

2 Proceso de Atención de Emergencia

La atención de emergencia (trabajos no programados) son actividades que se ejecutan cuando se detectan incidencias o fallas sobre la red los cuales dejan sin continuidad del servicio de energía a los usuarios.

En este capítulo se realiza el estudio del procedimiento de atención de emergencia en cual se establecen todas las actividades que se deben realizar al detectar una falla sobre redes de media y baja tensión para así, realizar una reparación de la misma, de tal forma que sea rápida y oportuna.

2.1 Zona de Influencia

La figura 1 muestra la zona de influencia que tiene la Unidad Operativa de la zona sur de Bogotá la cual cubre la atención de emergencia de 8 de las 20 localidades que posee el Distrito Capital: Antonio Nariño, Bosa, Ciudad Bolívar, Kennedy, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Soacha y Tunjuelito.

Figura 1: Zona de influencia unidad operativa Bogotá zona sur



2.2 Recurso para la Atención de Emergencia

El objetivo principal del proceso de atención de emergencia es restablecer y/o suministrar continuidad en el servicio de energía ante las fallas que se puedan presentar en la red. Por esta razón, se debe de poseer un conjunto de recursos y disponibles 24 horas durante todos los días

del año, los cuales llevan a cabo las reparaciones necesarias para así cumplir este objetivo. A continuación se presentan los recursos más relevantes:

2.2.1 Sede Operativa

La empresa ejecutora deberá disponer de unas instalaciones adecuadas para la realización de labores, procesos y operaciones propias en la operación cumpliendo con la legislación vigente, como mínimo las siguientes especificaciones [6]:

- Extensión superficial de acuerdo con las labores objeto del contrato, para el almacenamiento de materiales y el número de trabajadores.
- Vías de tránsito, servicios higiénicos- sanitarios y demás, garantía de seguridad de los trabajadores y el público en general.
- Todo lugar debe contar con buena iluminación acorde con las tareas que se realicen.
- Los locales deben tener las dimensiones necesarias de acuerdo al número de trabajadores en cada lugar de trabajo.
- Debe contar con sitios para el acopio de residuos domésticos, administrativos e industriales que favorezca la segregación y el reciclaje.

2.2.2 Personal de trabajo

- **Personal de Fono Servicio.**

El personal de Fono Servicio (o Call Center) tiene como objetivo atender las solicitudes que son realizadas por los clientes a través de la línea telefónica que tiene disponible la empresa CODENSAS.A ESP, de los siguientes temas: atención de emergencias, hurto de energía, suspensión, corte, reconexión, consumo, puntos de pago, entre otras [15]. El servicio de Call Center está disponible 24 horas del día, todos los días del año. El personal que atiende las llamadas relacionadas a atención de emergencias, por cada llamada del cliente genera un número relacionado a una incidencia, el cual es entregado a cada Centro de despacho para ser tramitado por las cuadrillas, también es capacitado para tratar de atender al cliente en el primer contacto, de tal forma que las incidencias que se generen para ser atendidas por las cuadrillas sean necesarias y no se generen visitas sin actuación.²

² Las visitas sin actuación corresponde a aquellas visitas en que la cuadrilla de Atención de Emergencia no realiza ninguna actividad, ya sea esta por domicilio cerrado, no existe acceso al medidor, dirección no localizada, entre otras, que imposibilitan realizar la atención del cliente [6]

- **Despachadores**

Los despachadores son los encargados de recibir las incidencias por parte del personal de Call Center y asignarlas a las cuadrillas técnicas para la ejecución del trabajo, tan pronto estos grupos finalizan la actividad, se comunican con los despachadores para que ellos registren las actividades ejecutadas, tiempos de ejecución, entre otros datos que se registran en los Sistemas técnicos de CODENSA SA ESP.

- **Cuadrillas Técnicas.**

Las cuadrillas técnicas son de gran importancia para la ejecución de los trabajos de emergencia en CODENSA SA ESP. Estas cuadrillas están conformadas por un personal capacitado, dotado de herramientas, materiales, vehículos y elementos de protección personal, con el fin de dar solución a las incidencias o fallas que se presentan en la red. En la actualidad, CODENSA S.A ESP cuenta con un tipo de cuadrilla para la solución de incidencias en la primera intervención. Están conformados por un jefe de cuadrilla y un técnico de línea desenergizada. En la actualidad en la Zona Sur se cuenta con 41 cuadrillas de lunes a sábados y 27 los días domingos y festivos para la atención del servicio de emergencia.

2.2.3 Vehículos

Las cuadrillas usan un vehículo tipo furgón laminado doble cabina necesaria para transportar al personal. Algunas de las cuadrillas se desplazan en motocicletas con caja portaherramientas. En la actualidad, las cuadrillas están distribuidas en la tabla 1:

Tabla 1. Distribución de cuadrillas semanal
Lunes a Sábados

| Atención de Emergencia | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Tipo de Vehículo | Número de cuadrillas |
| Furgón | 38 |
| Motocicleta | 3 |

Domingos y Festivos

| Atención de Emergencia | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Tipo de Vehículo | Número de cuadrillas |
| Furgón | 26 |
| Motocicleta | 1 |

2.2.4 Dotación, herramientas y materiales

Las cuadrillas deben estar provistas con herramientas como: escaleras dieléctricas, pértigas, elementos de medida, herramientas de corte, etc; además estar dotadas de la vestimenta apropiada y segura, así como de los elementos de protección personal, estos dos últimos, diseñados de acuerdo a los riesgos a los que se expongan y cumpliendo con las normas de seguridad industrial exigidas por la ley vigente, las especificaciones de diseño, calidad e imagen corporativa que se determinen, además, deberán ser repuestos cada vez que se presente deterioro, daño o pérdida de los mismos [8].

Por otra parte, para la ejecución de actividades deben poseer un stock mínimo de materiales, cómo se muestra en la tabla 2:

Tabla 2. Stock de Materiales para las cuadrillas

| ITEM | DESCRIPCIÓN | UND | TIPO_MAT | STOCK Mínimo |
|------|---|-----|------------|-----------------|
| 1 | ABRAZADERA 1 SALIDA, 3" x 1/4" 200mm, P | C/U | ABRAZADERA | 3 |
| 2 | Abrazadera 1 salida 1 1/2" x 1/4" 200mm | C/U | ABRAZADERA | 3 |
| 3 | Abrazadera 1 salida 1 1/2"x 1/4" 180mm | C/U | ABRAZADERA | 3 |
| 4 | Abrazadera 1 salida 1 1/2"x1/4" 140mm | C/U | ABRAZADERA | 6 |
| 5 | Abrazadera 2 salidas 1 1/2" x 1/4" 180mm | C/U | ABRAZADERA | 3 |
| 6 | Abrazadera 2 salidas 1 1/2" x 1/4" 200mm | C/U | ABRAZADERA | 3 |
| 7 | Abrazadera 2 salidas 1 1/2" x 1/4" 250mm | C/U | ABRAZADERA | 3 |
| 8 | Aislador Polimeri 15kVSusp Horquilla ojo | C/U | AISLADOR | 3 |
| 9 | Aislador porcelana T- Carrete ANSI 53-2 | C/U | AISLADOR | 3 |
| 10 | Alambre 8 AWG Cu THW 600V | m | ALAMBRE | 20 |
| 11 | Cable 3X2AWG+-1X4AWG Cu Antifraude 600V | m | CABLE | 15 |
| 12 | Cable 3X8AWG+1X10AWG Cu Antifraude | m | CABLE | 50 |
| 13 | Cable 4 AWG Cu desnudo duro | m | CABLE | 20 |
| 14 | Cable 63 mm2 ACSR desnudo | m | CABLE | 100 |
| 15 | Cable 8 AWG Cu THW 600V | m | CABLE | 100 |
| 16 | Cable Al aislado 0,6/1kV 120mm2 | m | CABLE | 20 |
| 17 | Cable Al aislado 0,6/1kV 25mm2 | m | CABLE | 50 |
| 18 | Cable3x95mm2 AAC+1x50 mm2 AAAC XLPETrenz | m | CABLE | 100 |
| 19 | Caja Polim Deriv Acom Perno Seg1/4" estr | C/U | CAJA_ACOM | 2 |
| 20 | Cinta Aislante caucho <=69kV con separa | C/U | CINTA | 3 |
| 21 | Cinta Aislante PVC para BT Y Cubiertas | C/U | CINTA | 5 |
| 22 | Cinta en Acero Inoxidab.de 5/8"X100 pies | C/U | CINTA | 1 |
| 23 | Conec bimet T-pala 2/0 AWG, 1 hueco 1/2" | C/U | CONECTOR | 15 |
| 24 | Conec bimet T-pala 4/0 AWG, 1 huec 1/2" | C/U | CONECTOR | 15 |
| 25 | Conec bimet T-pala 4/0 AWG, 2 huec 1/2" | C/U | CONECTOR | 15 |
| 26 | Conector Compresion H 2/0-1 A 2/0-1 AWG | C/U | CONECTOR | 15 |
| 27 | Conector Compresion H 2/0-1/0 A 2-6AWG | C/U | CONECTOR | 15 |
| 28 | Conector Compresion H 2-6 A 2-6 AWG | C/U | CONECTOR | 30 |
| 29 | Conector Compresion H 4/0-3/0 A 2/0-1AWG | C/U | CONECTOR | 15 |
| 30 | Conector Compresion H 4/0-3/0 A 2-6AWG | C/U | CONECTOR | 30 |
| 31 | Conector Compresion H 4/0-3/0 A 4/0-3/0 | C/U | CONECTOR | 15 |
| 32 | Conector perforación (4/0-2/0)A 2 AWG | C/U | CONECTOR | 15 |

| | | | | |
|----|---|-----|---------------------|----|
| 33 | Cortacircuito Monopolar 15 kV 100A | C/U | SECCIONADOR | 3 |
| 34 | Empalme pref bimetal.70mm2/70-150 mm2 15kV | C/U | EMPALME_MT | 3 |
| 35 | EMPALME PREF BIMET120MM2/120-185MM2 15KV | C/U | EMPALME_MT | 3 |
| 36 | Empalme pref bimetal150mm2/150-240mm2 15Kv | C/U | EMPALME_MT | 3 |
| 37 | Empalme Preformado 35kV 4/0 AWG | C/U | EMPALME_MT | 3 |
| 38 | Fusible Dual 1.3A 15 kV | C/U | FUSIBLE | 3 |
| 39 | Fusible Dual 10.4A 15 kV | C/U | FUSIBLE | 3 |
| 40 | Fusible Dual 14.0A 15 kV | C/U | FUSIBLE | 6 |
| 41 | Fusible Dual 2.1A 15 kV | C/U | FUSIBLE | 3 |
| 42 | Fusible Dual 21A 15 kV | C/U | FUSIBLE | 3 |
| 43 | Fusible Dual 3.1A 15kV | C/U | FUSIBLE | 3 |
| 44 | Fusible Dual 5.2A 15 kV | C/U | FUSIBLE | 6 |
| 45 | Fusible Dual 6.3A 15 kV | C/U | FUSIBLE | 6 |
| 46 | Grapa de susp Aisl. para red trenzada BT | C/U | GRAPA | 4 |
| 47 | Grapa Operar Caliente 16-160 a 16-100mm2 | C/U | GRAPA | 5 |
| 48 | Grapa retención Cable autosoportado B.T. | C/U | GRAPA | 4 |
| 49 | Grapa Terminal metálica recta 63-125mm2 | C/U | GRAPA | 3 |
| 50 | Hebilla 5/8" de Acero Inoxidable | C/U | HEBILLA | 10 |
| 51 | Kit de puesta a tierra BT acero inox | C/U | KIT_PAT | 2 |
| 52 | Kit de puesta a tierra MT acero inox. | C/U | KIT_PAT | 2 |
| 53 | Pararrayos 12kV 10kA Oxido metál ET500 | C/U | DPS (PARARRAYOS) | 3 |
| 54 | Percha porta Aislador de 1 puesto | C/U | PERCHA | 4 |
| 55 | Tensor acometida monofa y/o trifasica | C/U | TENSOR_ACOM | 5 |
| 56 | Terminal Cu 15 kV 300 kCM T.Interior | C/U | TERMINAL_MT | 3 |
| 57 | Terminal Prefor 15kV 300KCM 150mm2 Exter | C/U | TERMINAL_MT | 3 |
| 58 | Terminal Prefor T-Interior 15 Kv 2/0 AWG | C/U | TERMINAL_MT | 3 |
| 59 | Terminal Preformad 35kV 4/0 AWG Exterior | C/U | TERMINAL_MT | 3 |
| 60 | Terminal Preformado 15 kV 4/0AWG exterior | C/U | TERMINAL_MT | 3 |
| 61 | Terminal Preformado 15kV 2/0AWG exterior | C/U | TERMINAL_MT | 3 |
| 62 | Terminal Preformado 15kV 4/0AWG interior | C/U | TERMINAL_MT | 3 |
| 63 | Terminal Preformado 35 Kv 240 mm2 ext | C/U | TERMINAL_MT | 3 |
| 64 | Terminal Preformado 35 Kv 240 mm2 int | C/U | TERMINAL_MT | 3 |
| 65 | Terminal tipo Codo 15kV 200A 2/0 AWG | C/U | TERMINAL_MT | 3 |
| 66 | Terminal tipo Codo 15kV 4/0AWG 600 A | C/U | TERMINAL_MT | 3 |
| 67 | Tornillo Acero Galvanizado 1/2" X 6 1/2" | C/U | TORNILLO | 10 |
| 68 | Tornillo Carruaje 5/8" X 1 1/2", tipo 2 | C/U | TORNILLO | 6 |
| 69 | Tornillo de Acero Galvanizado 1/2" X 3" | C/U | TORNILLO | 10 |
| 70 | Tubo de 1/2"x3m Galvanizado | C/U | TUBO | 0 |
| 71 | Tuerca Ojo Alargado 5/8" | C/U | TUERCA | 6 |
| 72 | Varilla puesta tierra 5/8" x2,44m cobrizada | C/U | VARILLA | 1 |

*Información proporcionada por la empresa CODENSA S.A ESP

2.2.5 Horario de trabajo

• Personal de Call Center

El Departamento de Atención Telefónica y Medios Virtuales cuenta con un personal asignado para la atención de Call Center de la empresa, la cual está disponible 24 horas del día los 365 días a la semana.

- **Despachadores de Zonas**

En la actualidad, los despachadores de zona tienen 4 turnos de lunes a sábados y 3 turnos domingos y festivos. Estos turnos están descritos en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Distribución de turno de lunes a sábados para los despachadores de zona

| | | Despachadores de Zona | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------------------|-----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|--|
| Turno | Tipo de Coordinador | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | | | | |
| 1 | Lider Despachador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Despachador 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Despachador 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Despachador Transversal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Lider Despachador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Despachador 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Despachador 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Despachador Nocturno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 4. Distribución de turnos Domingos y Festivos para los despachadores de zona

| | | Despachadores de Zona | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----------------------|-----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|
| Turno | Tipo de Coordinador | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | | | |
| 1 | Lider Despachador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Lider Despachador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Despachador 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Despachador Nocturno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

*Información proporcionada por la empresa CODENSA S.A ESP

- **Cuadrillas Técnicas.**

Actualmente las cuadrillas tienen turnos de trabajo en terreno distribuidos cómo se expone en las figuras 2 y 3, los cuales se reportan diariamente a los despachadores de zona para la asignación de las incidencias.

Figura 2. Distribución de turnos de cuadrillas de Lunes a sábados

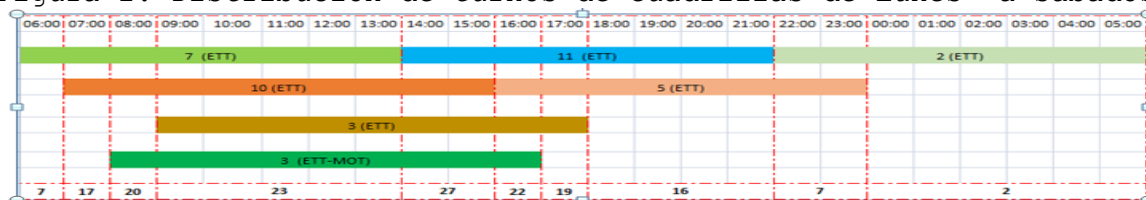
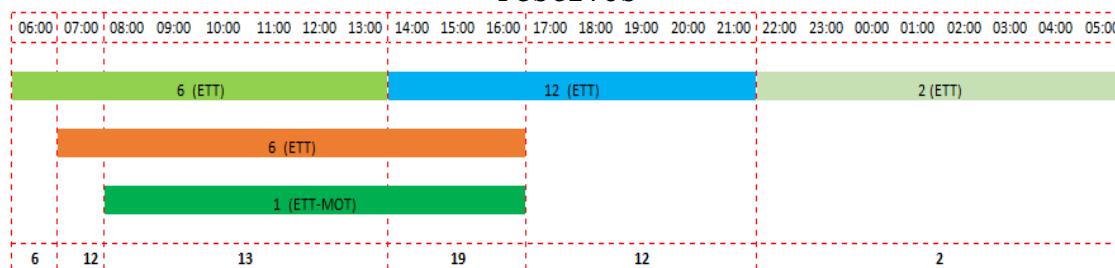


Figura 3. Distribución de turnos de cuadrillas Domingos y Festivos



*Estos horarios pueden variar de acuerdo a la demanda de incidencias. Información proporcionada por la empresa CODENSA S.A ESP

2.2.6 Comunicaciones

Se cuenta con un sistema de comunicaciones, telecomunicaciones, centro de procesamiento, control en pantallas por registro GPS (Sistema de Posicionamiento Global), servidores, computadores, equipos móviles, etc.; los cuales garantizan la ejecución de los trabajos y la confiabilidad. También, deberá mantener un control en pantallas por registro del GPS de los vehículos, vigilando los movimientos de los mismos conforme a las órdenes asignadas. Se deben registrar los datos históricos de los lugares visitados en horario de trabajo por los equipos técnicos. [8].

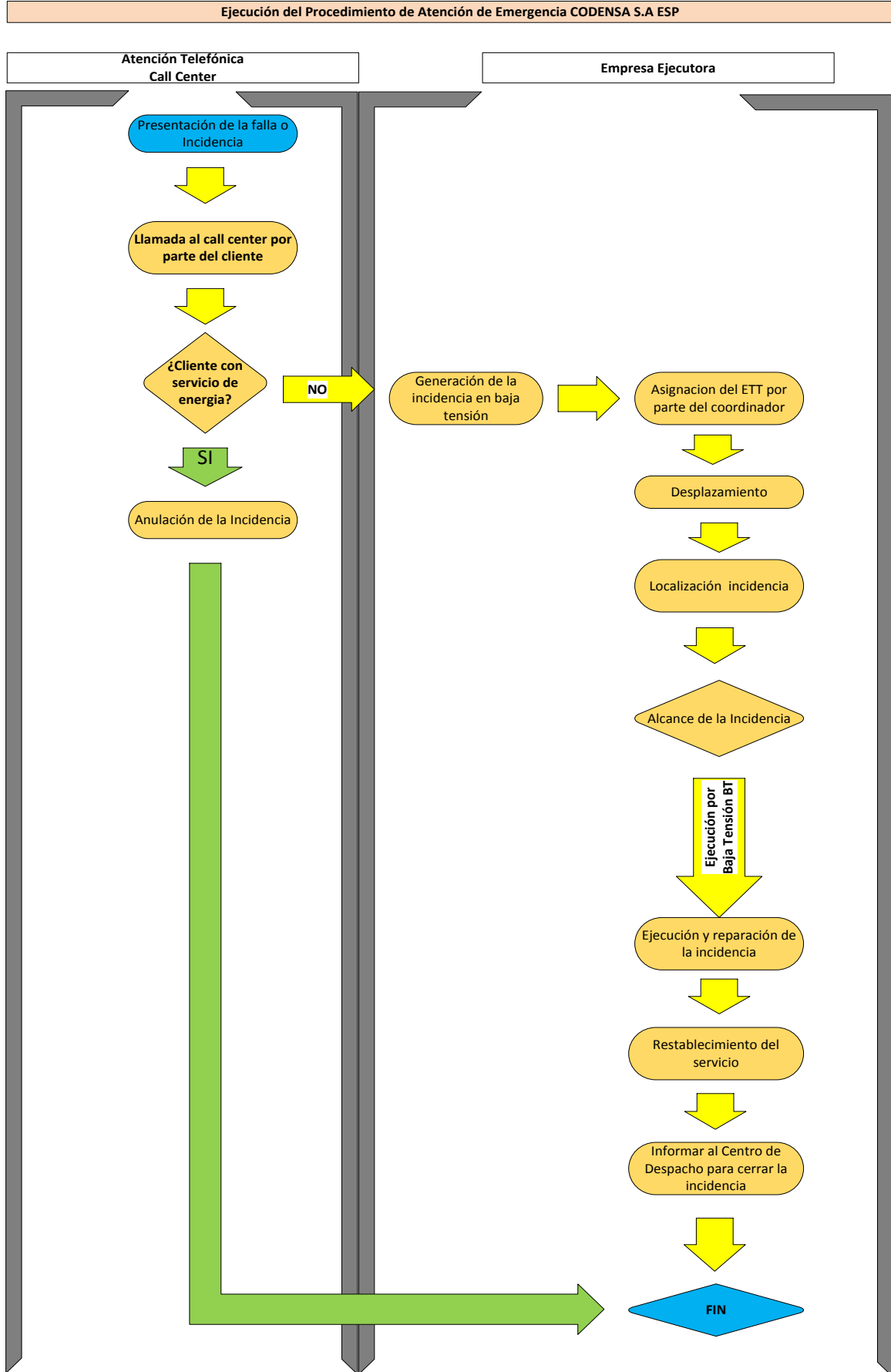
2.2.7 Despacho de materiales

La empresa que preste el servicio de la atención de emergencias debe hacerse responsable de la carga y traslado de materiales y/o equipos desde la empresa distribuidora hasta las bodegas o lugares de trabajo; esto también incluye el buen trato y manejo que se le deben de dar a los mismos. También está en la obligación de llevar un registro diario de los materiales y equipos recibidos, los instalados en la red, retirados, reinstalados, los que tienen existencia y los entregados en el almacén, esto para demostrar el buen manejo del inventario (Balance de materiales y/o equipos) [6].

2.3 Esquema actual del Procedimiento para la Atención de Emergencias

El esquema describe el procedimiento de atención de emergencia con respecto a las actividades que se originan a lo largo del mismo. Este proceso se inicia cuando se genera un aviso de incidencia, avería o falla informado por el cliente a través de la línea de Call Center de CODENSA S.A ESP, y se da como finalizado cuando se restablezca se da solución a la falla restableciendo servicio de energía al cliente; este procedimiento es descrito en la figura 4.

Figura 4. Esquema del procedimiento de atención de emergencia



2.3.1 Generación de la incidencia

El procedimiento de atención de emergencia inicia cuando se presenta una falla en la red de baja tensión, la cual es reportada por el cliente al realizar la llamada al servicio de Call Center de la empresa CODENSA S.A ESP.

Las principales consideraciones que se tienen en cuenta en el servicio de Call Center son:

- Confirmación de la información del cliente y del lugar de la falla.
- Si tiene o no servicio de energía.
- El tipo de avería que se presenta.
- Confirmación de la presencia del cliente cuando se visite el predio.
- Verificación del estado de los interruptores termomagnéticos y los equipos de medida.
- Recordar al cliente que los técnicos deben tener acceso al medidor.

Cuando el personal del Call Center confirma y digita todas las consideraciones, se genera el número de la incidencia y se continua con la asignación de la misma a la empresa ejecutora.

2.3.2 Asignación de la incidencia

La empresa ejecutora es la encargada de realizar las actividades en la atención de emergencia; ellos revisan la información dada por el personal de Call Center través del software corporativo (el cual se usa para la gestión de la información referente a los sistemas de distribución, en este caso a las incidencias), se disponen a confirmar los datos para poder realizar un re llamado al cliente y para que la empresa ejecutora acepte la incidencia; en el caso que los datos no sean coherentes, la incidencia deberá ser rechazada (esto se hace con el fin de evitar una visita sin actuación).

La prioridad de la asignación de cuadrilla dependerá del tipo de incidencia que se presente:

- Riesgo eléctrico en MT y BT
- Solicitud de un móvil por el Departamento de Centro de Control.
- Clientes empresariales
- Hogar y pequeño comercio

2.3.3 Desplazamiento.

Antes de iniciar el desplazamiento, la cuadrilla debe realizar una llamada al cliente para confirmar la información de la incidencia y así no perder la ida hasta el sitio. Si el cliente no

contesta, la incidencia debe seguir activa y la cuadrilla deberá dirigirse al predio para hacer una revisión. Al llegar al predio, se debe informar su llegada al centro de despacho.

2.3.4 Localización de la falla

Se identifican los riesgos operacionales que se presentan en la zona de trabajo y el cumplimiento de las 5 reglas de oro para poder iniciar los trabajos (corte efectivo de todas las fuentes de tensión, bloqueo de los aparatos de corte, comprobación de ausencia de tensión, puesta a tierra y en cortocircuito y la señalización de la zona de trabajo y electrodo de puesta a tierra). Una vez revisado y localizada la falla, se procede a revisar el alcance de los trabajos y se procede a informar el tiempo estimado para la reparación de la misma.

2.3.5 Ejecución de la actividad

La cuadrilla debe ejecutar los trabajos y operaciones necesarias para restablecer el servicio de energía con calidad y seguridad. Es necesario realizar una descripción detallada de las actividades, la mano de obra, los materiales y equipos a utilizar, los costos de la ejecución y el alcance de la actividad.

- **Análisis de la actividad según el baremo**

“El Baremo es un documento en el cual se definen las actividades a desarrollar por la empresa quien ejecuta el servicio. Especifica el precio de la mano de obra de cada actividad” [7]. La tabla 5 muestra únicamente el baremo de actividades que pueden ser atendidas por las cuadrillas establecidas en atención de emergencia que se maneja por parte de la empresa ejecutora.

Tabla 5. Baremo Atención de Emergencia

| No. De Actividad | Actividad |
|------------------|--|
| 1 | Cambio o arreglo de las bajantes de BT de los bornes del transformador a la red de BT; Cualquier Número de salidas. |
| 2 | Reposición de Fusibles de B.T. Quemado (Protección Transformador MT-BT) |
| 3 | Localización y Reparación de instalaciones electrizadas de la Red o Maniobras de aislamiento ante la presencia de riesgo eléctrico propias |
| 4 | Localización y reparación de instalaciones electrizadas por/o de terceros |
| 5 | Reposición de Fusibles de M.T. |
| 6 | Cambios de fusible en cámaras o en celdas de clientes. |
| 7 | Cambio de Taps en los Transformadores MT-BT |
| 8 | Operación en Equipos de Distribución Aérea MT |
| 9 | Diagnóstico del centro de transformación MT BT |
| 10 | Ejecución de Unión (empalme) en cable BT |
| 11 | Localización y Reparación de Cables BT en Corto Circuito y/o seccionados |
| 12 | Contención de derrames de aceite por emergencia ambiental. |
| 13 | Reparación de avería en la red Aérea de baja tensión. |
| 14 | Determinación de daño interno al cliente |
| 15 | Registro de Carga y Tensión Instantánea en Transformador MT/BT |

| | |
|----|--|
| 16 | Cambio Interruptor Termo Magnético. |
| 17 | Cambio de Unión a Tablero, o afianzar caja de empalme. |
| 18 | Reposición de Pieza porta Fusible B.T. |
| 19 | Desconexión y conexión de acometida aérea (monofásica, bifásica o trifásica) |
| 20 | Instalación o cambio de anillos para la conexión de acometidas en red abierta |
| 21 | Cambio de breaker totalizador para protección de la red de baja tensión desde 100 amperios en adelante |
| 22 | Conexión provisional sin equipo de medida |
| 23 | Cierre o instalación de tapa de caja de derivación aérea en BT |
| 24 | Cierre de tapa de cámara de inspección |
| 25 | Cierre y aseguramiento de puerta de caja de medidores y subestaciones |
| 26 | Intercalar una protección de uso general en baja tensión |
| 27 | Puentear equipo de medida, incluye desconexión del equipo de medida y puesta en servicio provisional de la acometida, |
| 28 | Cambio o arreglo de pase de conexión de MT de la línea a los Pararrayos y/o cortacircuitos y/o a los bujes del transformador |
| 29 | Operación de seccionamiento de protección de Subestación capsulada |
| 30 | Limpieza y/o desagüe de subestación |
| 31 | Cambio de acometida aérea fallada o averiada |
| 32 | Cambio de acometida averiada subterránea: |
| 33 | Visita no efectiva por no localización de falla en red subterránea de baja tensión |
| 34 | Reparación fusibles en la red subterránea de baja tensión. |
| 35 | Revisar o inspeccionar un Alimentador MT sin intervención efectiva (recorrerlo) |
| 36 | Operación en Equipos MT de distribución subterránea |
| 37 | Mantenimiento BT Menor |
| 38 | Reparaciones de Fallas en Caja de Distribución Aérea. |
| 39 | Arreglo o Reparaciones de acometida aérea fallada o averiada |
| 40 | Arreglo o Reparaciones de acometida Subterránea fallada o averiada |
| 41 | Visita sin Actuación (Falsa Alarma) |
| 42 | Reapriete de conexiones |
| 43 | Mantenimiento Menor en MT |
| 44 | Localización de Fallas en Cables de M.T. |
| 45 | Ayuda a situación de rescate. |
| 46 | Retiro de cualquier elemento extraño en LABT aérea o subterránea |
| 47 | Servicio para actividades avaladas por CODENSA S.A. ESP de Grupo Técnico de Atención de emergencias. |

*Información proporcionada por la empresa CODENSA S.A ESP

2.3.6 Reporte al Centro de Despacho

Una vez normalizado el servicio de energía, la cuadrilla debe informar al despachador de la zona en el centro de despacho para dar por finalizada la incidencia vía radio.

2.3.7 Cierre de la incidencia

Al finalizar la incidencia, la cuadrilla debe informarlo al despachador quien cierra la incidencia. Después, la cuadrilla debe diligenciar las planillas las cuales contienen información relacionada acerca de los materiales y el tipo de incidencia que ejecutaron) [5] [6].

2.4 Indicadores de Medición

Los indicadores de calidad del servicio son parámetros que se utilizan para evaluar la calidad del servicio de energía que reciben los clientes conectados a los circuitos de baja y media

tensión: Desempeño, cumplimiento y ejecución de los servicios prestados por la empresa ejecutora

- **Tiempo Medio de Atención TMA**

El Tiempo Medio de Atención (TMA) es el tiempo transcurrido desde el momento en que la llamada de un cliente es registrada en el Call Center de CODENSA S.A ESP, hasta que el cliente queda normalizado según el reporte de terreno [8].

Para el cálculo del TMA, se debe tener en cuenta el tiempo en que se atienden las incidencias durante el mes desde que se ingresan hasta que se cierran en el sistema como se muestra en la ecuación 1.

$$TMA = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempo desde que ingresa la incidencia hasta que se cierra}}{\text{Número total de incidencias}} \quad (1)$$

El indicador TMA es calculado para dos tipos de clientes por separado y sus metas son las siguientes:

- Clientes masivos (hogares y pequeño comercio): La meta es de 2:30 [h:min] con un porcentaje de cumplimiento del 70% de cumplimiento de las incidencias dentro de un TMA de 2:30 [h:min]
- Clientes empresariales: La meta es de 2:00 [h:min] con un porcentaje de cumplimiento del 75 % en las incidencias dentro de un TMA de 2:30 [h:min] [8].

Según el acuerdo de Nivel del Servicio ANS³ firmados entre CODENSA S.A E.S.P y la empresa ejecutora, el TMA debe ser calculado de forma periódica tal que se observe el cumplimiento de este indicador para cada tipo de cliente. La revisión de los mismos se realiza en reuniones periódicas con el fin de identificar las falencias e implementar planes de mejora por parte de las partes (Empresa ejecutora - CODENSA S.A ESP)

2.5 Tiempos Medios de Atención CODENSA S.A ESP

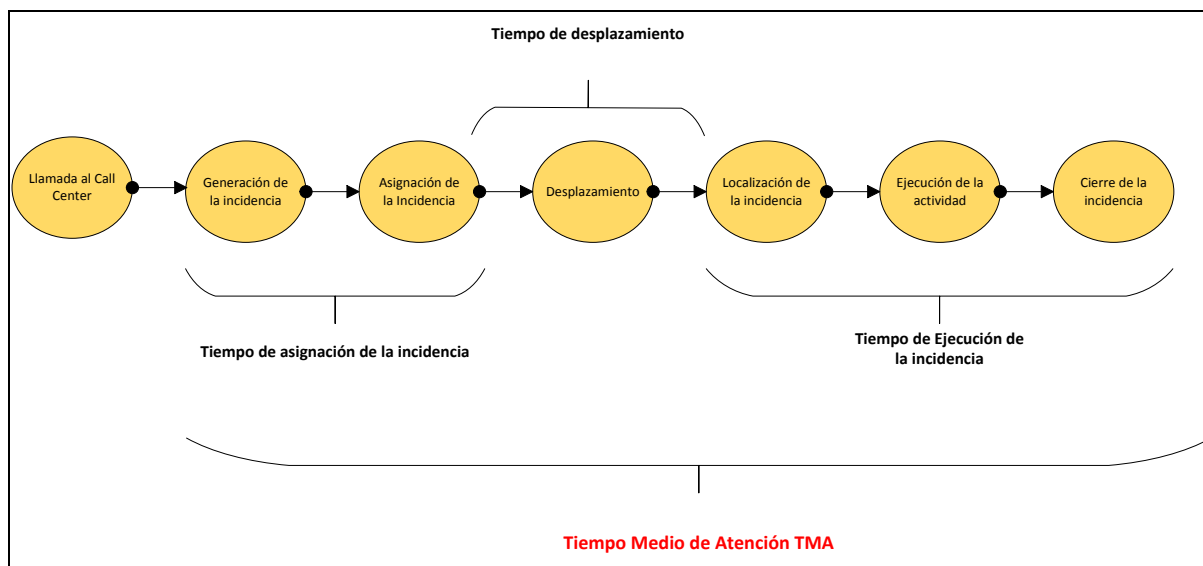
La recopilación de la información acerca de la ejecución de las incidencias en atención de emergencia se realiza en línea periódicamente. El centro de despacho es el responsable de

³ El Acuerdo de Nivel del Servicio ANS corresponde a acuerdos firmados por CODENSA S.A ESP y la empresa ejecutora, que indican los niveles de satisfacción de los servicios contratados, los cuales serán fijados anualmente, siendo ellos principalmente referidos a tiempos de atención, planificación de las obras, cumplimiento de plazos de entrega de documentación, cumplimiento de la seguridad laboral y salud ocupacional, entre otros [6].

monitorear y coordinar constantemente la atención, el desplazamiento, los tiempos de atención, la ejecución oportuna y el cierre de todas las órdenes de trabajo.

Con la ayuda de herramientas informáticas se extrae la información necesaria para realizar los cálculos mensuales del TMA para incidencias atendidas por las cuadrillas de atención de emergencia con base a las actividades registradas en el baremo de la tabla 5. Para realizar el análisis de los tiempos medios de atención, es necesario identificar los tiempos que son necesarios en este proceso para el desempeño de las actividades que corresponde a la atención de emergencia. Estos pueden ser recopilados a partir de la figura 5.

Figura 5. Tiempos Medios de Atención en el servicio de Atención de Emergencia



- **Tiempo de Asignación de la Incidencia:** Es el tiempo promedio que existe desde que se genera la incidencia y es asignada una cuadrilla por parte de un despachador de la empresa ejecutora.
- **Tiempo de Desplazamiento:** Es el tiempo promedio que existe desde que el despachador de la zona asigna la incidencia a la cuadrilla hasta que localice el punto de la falla.
- **Tiempo de Ejecución:** Es el tiempo promedio que existe desde que la cuadrilla localice la falla en la zona hasta que se por terminada la incidencia (arreglo de la avería y restablecimiento del servicio de energía) realizando la llamada al despachador de la zona.

En las tabla 6 y 7 se encuentra recopilado los tiempos medios de atención de las incidencias presentadas de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2016 con base al tipo de cliente y la actividad a la que pertenece la incidencia.

Tabla 6. Tiempos Medios de Atención para clientes empresariales

| Análisis de los Tiempos Medios de Atención para Clientes Empresariales | | | | | |
|--|----------------------|--------------------------|---------------------|----------------|----------------------------------|
| No. De Actividad | Tiempo de Asignación | Tiempo de Desplazamiento | Tiempo de Ejecución | TMA | Número de incidencia presentadas |
| | [h:min:s] | [h:min:s] | [h:min:s] | [h:min:s] | |
| 1 | 0:13:30 | 0:27:53 | 1:10:15 | 1:51:38 | 8 |
| 2 | 0:27:24 | 0:19:30 | 1:18:54 | 2:05:48 | 2 |
| 5 | 0:22:58 | 0:29:08 | 0:50:43 | 1:42:49 | 20 |
| 10 | 0:07:12 | 0:38:56 | 0:57:02 | 1:43:10 | 4 |
| 11 | 0:26:29 | 0:44:15 | 1:40:33 | 2:51:17 | 4 |
| 13 | 0:38:17 | 0:31:25 | 1:21:34 | 2:31:16 | 3 |
| 14 | 0:15:35 | 0:32:30 | 0:31:29 | 1:19:34 | 3 |
| 15 | 0:18:32 | 0:28:45 | 1:04:44 | 1:52:01 | 49 |
| 16 | 0:26:44 | 0:21:28 | 0:34:07 | 1:22:19 | 3 |
| 19 | 0:31:41 | 0:43:48 | 0:52:50 | 2:08:19 | 2 |
| 21 | 0:18:42 | 0:17:37 | 1:34:38 | 2:10:57 | 1 |
| 26 | 0:39:03 | 0:24:26 | 0:52:20 | 1:55:49 | 17 |
| 27 | 0:08:16 | 0:18:31 | 0:33:07 | 0:59:54 | 2 |
| 33 | 0:02:58 | 0:27:21 | 1:01:42 | 1:32:01 | 2 |
| 39 | 0:43:53 | 0:37:34 | 2:00:33 | 3:22:00 | 3 |
| 40 | 0:03:22 | 0:39:03 | 2:29:36 | 3:12:01 | 1 |
| 41 | 0:35:38 | 0:31:40 | 0:50:28 | 1:57:46 | 17 |
| 42 | 0:22:57 | 0:28:26 | 1:01:43 | 1:53:06 | 39 |
| 46 | 1:33:41 | 0:11:19 | 0:28:52 | 2:13:52 | 1 |
| Total | 0:26:09 | 0:29:08 | 1:07:07 | 2:02:24 | 181 |

*Información proporcionada por la empresa CODENSA S.A ESP

Tabla 7. Tiempo Medio de Atención para clientes hogares y pequeño comercio

| Análisis de los Tiempos Medios de Atención para Clientes Hogares y Pequeño Comercio | | | | | |
|--|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------|---|
| No. De Actividad | Tiempo de Asignación | Tiempo de Desplazamiento | Tiempo de Ejecución | TMA | Número de incidencia presentadas |
| | [h:min:s] | [h:min:s] | [h:min:s] | [h:min:s] | |
| 1 | 1:24:03 | 0:44:44 | 1:16:11 | 3:24:58 | 105 |
| 2 | 1:07:45 | 0:43:59 | 1:12:34 | 3:04:18 | 166 |
| 3 | 0:59:27 | 0:22:29 | 1:20:09 | 2:42:05 | 4 |
| 4 | 2:55:40 | 0:46:26 | 1:10:13 | 4:52:19 | 6 |
| 5 | 1:11:38 | 0:41:46 | 1:04:19 | 2:57:43 | 409 |
| 8 | 1:01:48 | 1:37:19 | 1:38:12 | 4:17:19 | 1 |
| 9 | 0:02:49 | 0:27:56 | 5:15:45 | 5:46:30 | 1 |
| 10 | 1:26:31 | 0:45:08 | 1:35:14 | 3:46:53 | 128 |
| 11 | 1:16:40 | 0:51:37 | 6:17:09 | 8:25:26 | 96 |
| 12 | 1:12:28 | 0:41:02 | 0:56:08 | 2:49:38 | 22 |
| 13 | 1:10:36 | 0:47:12 | 1:21:46 | 3:19:34 | 365 |
| 14 | 1:09:49 | 0:46:03 | 0:50:59 | 2:46:51 | 633 |
| 15 | 1:26:53 | 0:49:24 | 0:58:03 | 3:14:20 | 635 |
| 16 | 1:08:40 | 0:44:49 | 1:09:06 | 3:02:35 | 813 |
| 18 | 0:47:49 | 1:02:46 | 1:47:40 | 3:38:15 | 3 |
| 19 | 1:18:37 | 0:48:26 | 1:11:44 | 3:18:47 | 486 |
| 20 | 1:33:25 | 0:47:24 | 1:28:38 | 3:49:27 | 64 |
| 22 | 1:07:39 | 0:44:48 | 1:02:13 | 2:54:40 | 197 |
| 23 | 0:15:09 | 0:30:51 | 1:07:51 | 1:53:51 | 1 |
| 25 | 2:02:08 | 0:44:41 | 0:53:52 | 3:40:41 | 16 |
| 26 | 1:12:14 | 0:43:41 | 0:53:03 | 2:48:58 | 592 |
| 27 | 1:15:13 | 0:45:04 | 0:58:14 | 2:58:31 | 115 |
| 30 | 1:12:05 | 0:27:44 | 1:49:30 | 3:29:19 | 4 |
| 31 | 2:12:50 | 1:11:24 | 2:33:02 | 5:57:16 | 20 |
| 33 | 1:05:28 | 0:46:55 | 0:50:51 | 2:43:14 | 2 |
| 35 | 1:13:00 | 0:26:29 | 2:19:59 | 3:59:28 | 3 |
| 38 | 1:17:33 | 0:48:25 | 1:21:33 | 3:27:31 | 233 |
| 39 | 1:12:50 | 0:45:58 | 2:58:26 | 4:57:14 | 352 |
| 40 | 0:53:34 | 0:44:48 | 1:35:36 | 3:13:58 | 33 |
| 41 | 1:50:59 | 0:56:05 | 23:56:09 | 26:43:13 | 330 |
| 42 | 1:19:01 | 0:45:29 | 1:09:36 | 3:14:06 | 4562 |
| 43 | 0:59:31 | 0:40:00 | 0:50:16 | 2:29:47 | 6 |
| 46 | 1:07:20 | 0:43:31 | 0:51:12 | 2:42:03 | 17 |
| Total | 1:15:29 | 0:45:53 | 2:17:44 | 4:19:07 | 10420 |

*Información proporcionada por la empresa CODENSA S.A ESP

3 Metodología Lean (Esbelta).

El mejoramiento de procesos de producción, servicios, operaciones y relaciones con el cliente han sido los temas que aqueja a las empresas continuamente al dificultar la mejora continua y el cumplimiento de los objetivos empresariales. Esta situación hace que las empresas busquen y desarrollen nuevas tecnologías y modelos de negocios los cuales permitan optimizar los procesos siendo más eficientes. El uso de la metodología Lean (o esbelta) maneja un nuevo modelo de negocio que ofrece ahora un rendimiento superior para los clientes, empleados, accionistas y sociedad en general [11]. Dentro de la metodología Lean, existe una metodología llamada Manufactura Esbelta que busca incrementar la productividad real de los procesos a través de la identificación de los desperdicios que se puedan tener en un sistema productivo y las situaciones que las provoquen. En este capítulo se estudiarán las características, herramientas y conceptos en la implementación de la metodología de la manufactura esbelta en los procesos de producción de las empresas.

- **Historia y antecedentes**

La manufactura esbelta nació en Japón después de la segunda guerra mundial (1950) y fue desarrollada por los ejecutivos de la compañía Toyota William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo y Eiji Toyoda, con la cual buscaban tener una menor cantidad de desperdicio y una competitividad igual a las compañías automotrices americanas [16]. En la actualidad, Toyota es líder en el mercado automotriz de Estados Unidos, y sus fabricas han ganado premios a la excelencia en manufactura teniendo altos indicadores de rentabilidad y clima organizacional [17].

3.1 Descripción de la Manufactura Esbelta

La metodología de Manufactura Esbelta (o Lean Manufacturing) se basa en un modelo de gestión a través de la creación de flujos para entregar el mejor servicio a sus cliente, utilizando los recursos mínimos necesarios, observando así los desperdicios que existen en la operación y producción de procesos, los cuales no agregan valor⁴ al producto final. El análisis de los siete desperdicios fue denominada por el termino japonés *Muda* que hace referencia a “toda aquella actividad humana que adsorbe recursos, pero no crea valor” [9] y se pueden observar en la figura 6.

⁴ El valor se obtiene introduciendo "recursos" en las diversas fases que se desarrollan para llegar al producto/servicio que se entrega al cliente. estos recursos son de tipo material y no material [12]

Figura 6. Esquema de los 7 Desperdicios identificados por Taiichi Ohno [12]



3.1.1 Sobreproducción

La muda de sobreproducción se manifiesta cada vez que la producción no responde a la demanda, es decir, cuando se realizan piezas no demandadas por el mercado, o en cantidades superiores, o en periodos en los cuales no hay demanda. Como consecuencia, es necesario disponer de almacenes o áreas en el interior de las bodegas que contengan los productos acabados en espera de su comercialización. Frecuentemente, se llega a la muda de sobreproducción a causa del sentido de seguridad que ofrece el hecho de tener siempre en el almacén productos acabados, buscando de esta manera no perder clientes, minimizando la espera [12].

3.1.2 Tiempo de espera

La muda por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente. Los procesos mal diseñados pueden provocar que los operarios permanezcan parados mientras que otros están saturados de actividades [13]. Esta muda es generada por tiempos de preparación, tiempos de procesamientos, tiempos de espera de materia prima o material de trabajo, etc.

3.1.3 Transporte

El desplazamiento de un lugar a otro de los productos no genera ninguna creación de valor. Al contrario, el transporte del mismo consumen espacio y capital. La solución para este despilfarro es proponer que los circuitos logísticos sean lo más cortos posibles, ya que ocasionan gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a la sobreutilización de mano de obra, transporte y energía [13]

3.1.4 Inventario

La acumulación en exceso de materia prima y materiales en el stock a menudo suele producir un impacto negativo en la economía de una empresa, ya que no añade valor de ningún tipo (generación de muda). Por otra parte, esta situación aumenta los costos de almacenamiento y espacio, requiriendo así instalaciones para su almacenaje además de costos de mantenimiento, vigilancia, contabilidad y gestión lo que genera deterioros por manipulación y obsolescencia [12] [14].

3.1.5 Movimientos

Los movimientos improductivos pueden ser subdivididos en desplazamientos y acciones improductivas. Los desplazamientos pueden hacerse necesarios debido a un mal diseño de las instalaciones o a estructuras sobredimensionadas inútilmente [12]. Estos movimiento pueden deberse a la manipulación de material y maquinaria innecesaria; las máquinas y los materiales en las líneas de producción deben de estar lo más cerca posible a las áreas de trabajo y deben fluir directamente sin esperar colas de inventario. Por esta razón es importante optimizar la disposición de las máquinas, materiales y los trayectos suministrados, teniendo en cuenta que cuantas veces se muevan los artículos existe mayor probabilidad de daños [14]

3.1.6 Defectos

El despilfarro debido a errores y defectos es uno de los más aceptados en la industria, lo que significa una gran pérdida de productividad ya que produce desechos y/o reelaboraciones como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Los procesos de producción deberían estar diseñados para eliminar cualquier tipo de error que se presentara a lo largo de él, consiguiendo un producto o servicio de calidad sin necesidad de realizar trabajos o inspecciones adicionales [14]. Estos defectos pueden ser generados por: falta de control en los procesos, baja calidad de los materiales o materia prima, mal diseño del producto, mala formación de los operadores y mal mantenimiento de la maquinaria [9].

3.1.7 Exceso de procesados

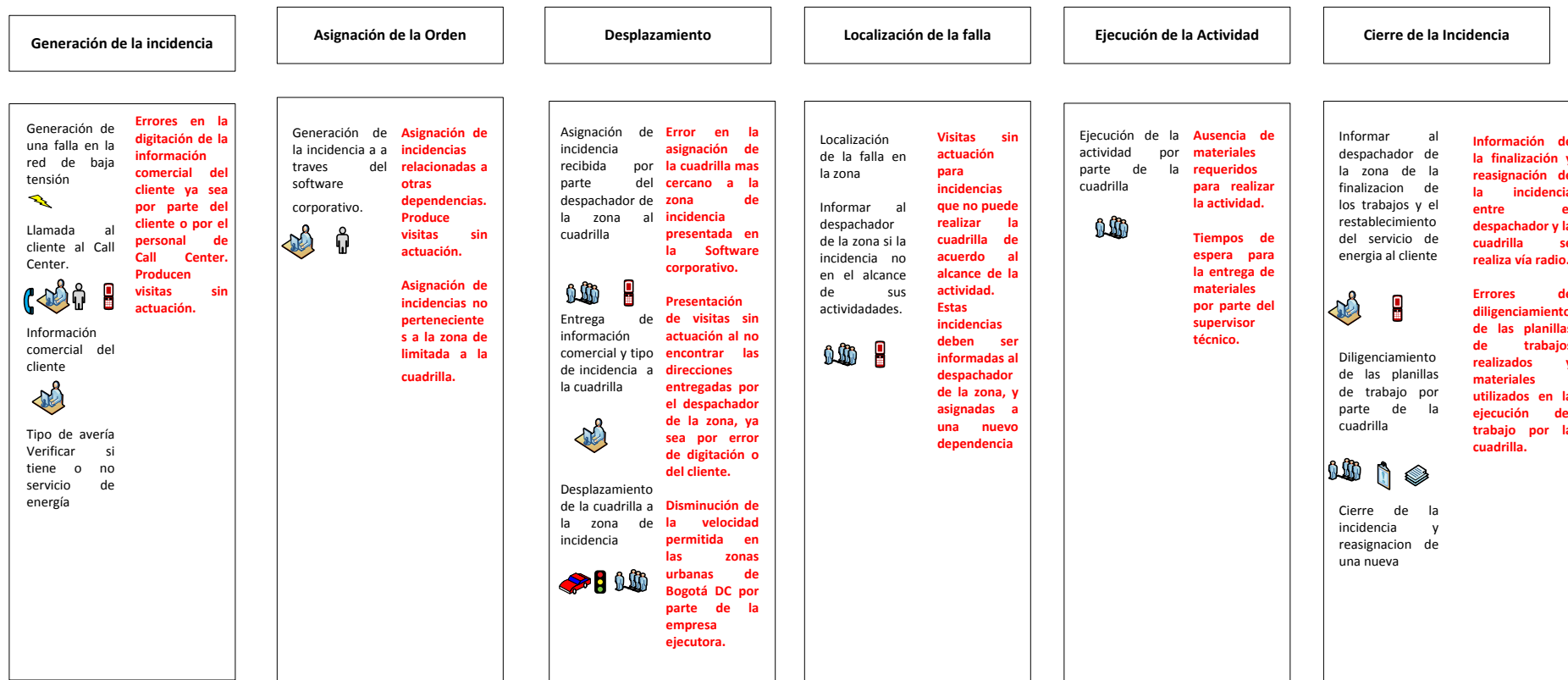
El en proceso de producción a menudo se realizan operaciones que ocultan la muda. Para hacer eficiente un proceso es fundamental la reducción y eliminación de fases que podrían ser innecesarias en la producción; por esta razón, es de vital importancia darse cuenta de la necesidad un proceso [9].

3.2 Mapa de flujo de valor actual

Al realizar un estudio procedimiento de atención de emergencia de CODENSA S.A ESP, se pueden observar distintas situaciones las cuales podrían estar generando un impacto negativo en los indicadores de medición antes vistos. En la figura 7 se puede observar el mapa de flujo de valor actual del procedimiento de emergencia, en que se resume el esquema actual de atención de emergencia y las posibles oportunidades de mejora que podrían estar presentando.

Figura 7. Mapa de flujo de Valor actual

Procedimiento de Atención de Emergencia CODENSA S.A E.S.P



3.3 Oportunidades de Mejora Encontrada

El propósito de esta sección es exponer las posibles oportunidades de mejora encontradas en las salidas a terreno y proponer recomendaciones para mejorar los tiempos de atención y optimizar el uso de las cuadrillas en la empresa CODENSA SA ESP a partir del análisis de los 7 desperdicios que expone la manufactura esbelta. Para esto, se tendrá en cuenta el mapa de flujo de valor de la figura 7 y las observaciones que se realizaron en terreno por parte de las cuadrillas durante la ejecución de sus actividades. En cada etapa de la ejecución se encontraron las siguientes oportunidades de mejora:

3.3.1 Generación y asignación de la incidencia

- Los errores de digitación al momento de la generación de la incidencia por parte de los operadores del Call Center (donde se registra la llamadas de los usuarios y se genera la incidencia), generan visitas sin actuación por parte de las cuadrillas al momento de ser asignadas (actividad 41 del código baremo) ya que la información puede contener errores en las direcciones reportadas, pueden ser ordenes de otras áreas como por ejemplo suspensión, corte y reconexión, entre otras causas.

El desperdicio de defecto se puede considerar en esta situación, ya que es posible que existan deficiencias en la formación de los operadores del Call Center. Esta situación se puede mejorar realizando más capacitaciones que permitan a este personal identificar de manera precisa el tipo de incidencia que se está presentando, la asignación a la dependencia correcta y la buena digitación de la información del cliente.

3.3.2 Desplazamiento

- La zona de ubicación de la cuadrilla es de gran importancia para la solución de incidencias sin desperdicios de desplazamiento, disminuyendo los tiempos de espera. En ocasiones, cuando el despachador de la zona realiza la asignación de una incidencia a una cuadrilla, no se tiene en cuenta la ubicación del mismo en el momento. Este método de asignación genera un desperdicio de desplazamiento y tiempos de espera. Esta situación se podría mejorar mediante el diseño de algoritmos de asignación (en implementación) que utilicen la información GPS que poseen los vehículos que están asignados a cada cuadrilla para la ubicación de las mismas, y así disminuir los tiempos de desplazamiento.
- La entrega de la información del cliente por parte del despachador de la zona y la cuadrilla se realiza vía radio. Este medio tiene la ventaja de que la comunicación es simultánea

con varios equipos de trabajos que también los posean. Sin embargo, La entrega de información por este medio puede crear malos entendidos a la hora de dictar la información del cliente, presentándose así, posibles direcciones erradas o dificultad en la búsqueda de las mismas, generando visitas sin actuación o prolongación de los tiempos de espera en la ejecución del trabajo. Para mitigar este riesgo se debe realizar énfasis en los protocolos de comunicación para que esta sea clara y oportuna.

- En la ciudad de Bogotá D.C se encuentran zonas de difícil acceso y localización de direcciones, sobre todo cuando la cuadrilla no cuenta con la experticia para ubicarse en la ciudad. Esta condición puede generar visitas sin actuación o el aumento del tiempo de desplazamiento de las cuadrillas. Este desperdicio está relacionado a los tiempos de espera, movimiento y transporte según la manufactura esbelta. La propuesta de mejoramiento, es agilizar la entrega (ya que hay un proyecto en marcha actualmente) a cada cuadrilla un equipo de captura de datos móvil, el cual posea acceso a mapas digitales disponibles en internet o alguna aplicación de localización, como Google Maps o Waze. Este se utilizaría para el ingreso de las direcciones de acuerdo a las incidencias asignadas por el despachador de la zona, fijando las rutas más óptimas para el desplazamiento.
- En la actualidad, el Código Nacional de Tránsito Terrestre establece que en vías urbanas la velocidad máxima es de 60 kilómetros por hora (excepto para zonas en las que se indiquen velocidades distintas por medio de señales de tránsito) y en zonas rurales 80 kilómetros por hora [10]. En este momento, la empresa ejecutora por cuestiones de seguridad, ha disminuido la velocidad de desplazamiento de los furgones de las cuadrillas a 40 kilómetros por hora; esta situación aumenta el tiempo de desplazamiento de las cuadrillas a la zona de incidencia. La sugerencia sería retomar lo establecido en el Código Nacional de Tránsito Terrestre, disminuyendo así el desperdicio de defecto en esta fase del procedimiento.

3.3.3 Localización de la incidencia

Existe una actividad del baremo (33-Visita no efectiva por no localización de falla en red subterránea de baja tensión), que se presenta al momento en que la cuadrilla no tiene los recursos suficientes para la ejecución, y necesariamente tiene que solicitar apoyo de otros recursos de mayor envergadura para poder resolver la falla. Sin embargo, así no haya resuelto el problema, al realizar el desplazamiento hasta la zona de incidencia y visualizar la situación, se genera un costo sin tener ejecución.

Estas situaciones se presentan ya que no se posee el localizador de fallas en cables subterráneo asignado a las cuadrillas. El desperdicio de tiempos de espera y de movimientos puede ser disminuido implementando un localizador de fallas como un recurso compartido para todas las cuadrillas, el cual puede estar a cargo de un supervisor mientras no se requiera.

3.3.4 Ejecución de la actividad

- La ejecución de las actividades de las cuadrillas puede ser interrumpida por la ausencia de materiales. La entrega de estos se realiza mediante el diligenciamiento de las planillas, en las cuales se escriben los códigos de materiales que se utilizaron para cada incidencia y el tipo de actividad que ejecutaron. Estas planillas son entregadas al supervisor técnico al terminar cada turno de cada cuadrilla todos los días; el supervisor se desplaza hasta la sede principal de la empresa ejecutora para solicitar los materiales al almacén. Una vez corroborada la información acerca de las existencias del material por el personal de almacén, se hace entrega al supervisor técnico y este vuelve a la sede operativa ubicada en el barrio la Coruña para la entrega los materiales requeridos por las cuadrillas.

Los desperdicio de tiempos de espera, movimientos y exceso de procesado, se podrían mejorar al implementar una bodega satélite en las instalaciones de la sede operativa del barrio la Coruña, con el fin de disminuir los tiempos de espera del material y el desplazamiento del supervisor técnico hacia la sede operativa principal. La bodega satélite estaría dotada solamente de materiales establecidos por el stock de materiales que usan las cuadrillas para la ejecución de las actividades.

- El mal diligenciamiento de las planillas por parte de las cuadrillas, también puede contribuir a las ausencias de materiales para la ejecución de las actividades, ya que se pueden escribir los códigos de los materiales de manera incorrecta o pueden haber confusiones en la distinción de los mismos. Esto genera desperdicios de inventario y de sobreproducción ya que cuando se realice el suministro del material, se entregará el material que no necesitaba reemplazar y tendrá un exceso de stock. Cambiar las planillas en papel por la implementación de ellas en un equipo de captura de datos móvil, hace que el registro de la información requeridas en las mismas sea más fácil ya que no se necesitaría transcribir el código de material utilizado (no habría error de digitación), además de realizar un ahorro de papel y de tiempos de entrega al supervisor técnico.

3.3.5 Cierre de la Incidencia

- Al finalizar la actividad, las cuadrillas deben comunicarse vía radio con el despachador de la zona para que el realice el cierre pertinente y los reasigne a una nueva incidencia. Por lo general, los despachadores de zona se distribuye el número de cuadrillas, dependiendo del día y de los turnos que tengan. La distribución de cuadrillas por despachadores se puede observar en las tablas 8 y 9.

Tabla 8. Distribución de cuadrillas por despachador de lunes a sábados

| | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | | | | | | |
|-------------------------|--|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|
| Tipo de Despachador | Número de cuadrillas asignadas a Despachador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Líder Despachador | 1 | 1 | 2 | 2 | | | | 6 | | 4 | 5 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Despachador 1 | 3 | 6 | 6 | 7 | | | | 7 | | 6 | 7 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Despachador 2 | 3 | 6 | 6 | 7 | | | | 7 | | 6 | 7 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Despachador Transversal | | 4 | 6 | 7 | | | | 7 | | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Despachador Nocturno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | | 2 | | | | | | | | | |

Tabla 9. Distribución de cuadrillas por despachador de domingos y festivos

| | | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|--|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Tipo de Despachador | | Número de cuadrillas asignadas a Despachador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Líder Despachador | 6 | 12 | 13 | | | | | | 10 | | | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Despachador 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | | | 6 | | | | | | | | | | | |
| Despachador Nocturno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | |

Se observa que en algunos turnos en el día, los despachadores tienen hasta 13 cuadrillas a cargo de la asignación y del cierre de la incidencia. Esto puede hacer que las comunicaciones por radio sean complicadas ya que los reportes por cierres por parte de las cuadrillas o las nuevas asignaciones de incidencias por parte del despachador, requieran un periodo de espera hasta que el despachador atienda cada llamada. El desperdicio de tiempos de espera y de exceso de procesamiento pueden ser disminuidos a partir de la implementación de un equipo de captura de datos móviles para cada cuadrilla, en la cual se pueden registrar la finalización y los cierres de incidencias de forma directa sin tener que realizar las llamadas vía radio al despachador.

Evaluadas las anteriores oportunidades de mejora, se procedió a determinar el posible impacto que tienen estas recomendaciones en el mejoramiento de los tiempos de atención de emergencia como del procedimiento mismo representado en la tabla 10, además de posibles observaciones en cada situación.

Tabla 10. Impacto de las oportunidades de mejora en los tiempos medios de atención de emergencia

| Oportunidades de Mejora | | Asignación de la incidencia [h:min:s] | Desplazamiento [h:min:s] | Ejecución de la incidencia [h:min:s] | Observación |
|---|---|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|
| Error de digitación de la incidencia | | 0:01:00 | | | |
| Error de asignación de la incidencia | | 0:01:00 | | | |
| Implementación de una bodega satélite | | | 0:10:00 | | Podría tener un costo muy elevado con respecto a la disminución del tiempo. |
| Protocolos de comunicación clara y oportuna | | 0:01:00 | 0:01:30 | 0:01:30 | |
| Aumento de la velocidad máxima de los furgones | | | 0:03:00 | | Podría ir en contravía de la seguridad de las personas |
| Implementación del localizador de fallas subterráneas | | | | | |
| Equipo de captura de datos | Implementación de algoritmo de asignación GPS para la ubicación de las cuadrillas | 0:01:00 | 0:03:00 | | Proyecto en implementación |
| | Desplazamiento | | 0:03:00 | | |
| | Diligenciamiento de planillas | | | 0:03:00 | |
| | Cierre de incidencias | | | 0:06:00 | |
| Promedio de tiempo para mejoras [h:min:s] | | 0:04:00 | 0:20:30 | 0:10:30 | 0:35:00 |

De acuerdo con la información entregada en la tabla 10, se determina el promedio de tiempo de mejora en las fases de asignación, desplazamiento y ejecución de las actividades de atención de emergencia. En las tablas 11 y 12, se muestra la actualización de los tiempos obtenidos en las tablas 6 y 7, disminuyendo para cada fase del proceso el promedio de tiempo de mejora y de igual manera, calculando un nuevo TMA para cada tipo de cliente.

Tabla 11. Impacto de las oportunidades de mejora en el TMA de clientes empresariales

| Análisis de los Tiempos Medios de Atención para Clientes Empresariales | | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------|
| Estado | Tiempo de Asignación | Tiempo de Desplazamiento | Tiempo de Ejecución | TMA |
| | [h:min:s] | [h:min:s] | [h:min:s] | [h:min:s] |
| Actual | 0:26:09 | 0:29:08 | 1:07:07 | 2:02:24 |
| Mejorado | 0:22:09 | 0:08:38 | 0:56:37 | 1:27:24 |

Tabla 12. Impacto de las oportunidades de mejora en el TMA de clientes hogares y pequeño comercio

| Análisis de los Tiempos Medios de Atención para Clientes Hogares y Pequeño Comercio | | | | |
|--|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------|
| Estado | Tiempo de Asignación | Tiempo de Desplazamiento | Tiempo de Ejecución | TMA |
| | [h:min:s] | [h:min:s] | [h:min:s] | [h:min:s] |
| Actual | 1:15:29 | 0:45:53 | 2:17:44 | 4:19:07 |
| Mejorado | 1:11:29 | 0:25:23 | 2:07:14 | 3:44:06 |

4 Conclusiones y Recomendaciones

- En la actualidad, la empresa CODENSA S.A ESP adelanta un proyecto por medio del cual se pretende el mejoramiento de algunos procedimientos de operación incluyendo el de atención de emergencia, en los que se tienen en cuenta algunas de las recomendaciones realizadas en este.
- La implementación de un localizador de fallas no ayudaría a disminuir el tiempo medio de la atención de las actividades en atención de emergencia, pero, originaría la creación de una nueva actividad que se anexaría al documento que define las actividades que son realizadas por la empresa ejecutora (baremo); esta situación disminuye las visitas no efectivas que tienen las cuadrillas en los daños en redes subterráneas de baja tensión (actividad No.33 del baremo). La desventaja de esta implementación es el aumento en los costos de las actividades como del inventario mínimo de las cuadrillas.
- La implementación de la manufactura esbelta en una empresa del sector eléctrico (distribución y comercialización de energía), arroja resultados favorables en la posible reducción de los tiempos medios de atención en trabajos no programados para clientes empresariales, hogares y pequeño comercio ante la aplicación de las recomendaciones realizadas para la mejora de este procedimiento. Lo anterior se dio gracias a las conciliaciones con el personal experto del área y de la información obtenida en las salidas semanales a terreno a través de mediciones.
- A diferencia de otros métodos, la buena aplicación de la manufactura esbelta requiere de que todo el personal de la compañía este comprometido a generar una cultura fuerte y estable de esta filosofía. Por esta razón, es necesaria la capacitación del recurso humano dentro de la organización, generando la formación de líderes que puedan comprender el trabajo, vivir la filosofía, fomentar la creatividad, la innovación y la generación de ideas que puedan beneficiar los proyectos de la empresa enseñándoles a las demás personas involucradas en los procesos productivos. Estos líderes deben generar ejemplo de la filosofía implementada por la empresa y entender todas las fases de los procesos detalladamente. Esta situación hace que el mismo personal de trabajo sea capaz de detectar fallas y desperdicios que pueden ocurrir en sus áreas de trabajo.

- Este trabajo establece la aplicación de la manufactura esbelta en una empresa del sector eléctrico (distribución y comercialización de energía), en las cuales se identificaron los diferentes desperdicios y las alternativas de mejoramiento para la disminución de los tiempos medios de atención en el proceso de emergencia; a su vez este modelo de gestión permite que las empresas puedan apropiarse de esta filosofía para la realización de planes estratégicos de optimización en procedimientos y modelos de gestión (atención al cliente, trabajos programados, reconexión, corte, suspensión, áreas comerciales, entre otras); de esta manera se contribuye de manera positiva en la calidad de la prestación del servicio logrando así el mejoramiento continuo que prestan las compañías electrificadoras.
- Para una empresa, la utilización de los recursos tecnológicos permiten agilizar tareas y eliminar o reducir actividades que no agregan valor, disminuyendo así los tiempos de espera en la atención a los clientes en la prestación de un servicio. Este recurso es innecesario cuando el proceso ya es óptimo sin este recurso o cuando la tecnología valla en contra de la cultura Lean (exceso de procesados)
- Es necesario que el personal ejecutor de las actividades, desarrollen la cultura de la medición adecuada de los tiempos en la realización de las actividades (preferiblemente fase por fase). Esto es importante ya que se puede visualizar fácilmente los posibles desperdicios que poseen algunos procesos. También, la recopilación y la interpretación acertada de esta información, contribuye a la identificación de desperdicios generando mejoras en los indicadores de productividad.

Bibliografía

- [1] CODENSA S.A ESP Colombia, “*Nuestra Historia* [online]”. <http://corporativo.codensa.com.co/es/conocen/Paginas/nuestra-historia.aspx>
- [2] CODENSA S.A ESP Colombia, “*Informe de sostenibilidad 2015* [online]” http://corporativo.codensa.com.co/ES/PRENSA/CENTRODOCUMENTAL/PublicacionesInformes/informe_sostenibilidad_2015_final_web.pdf
- [3] Unidad de Planeación Minero Energética, “*Acciones y perspectivas en eficiencia energética*”, Grupo de eficiencia energética subdirección de demanda, 2014.
- [4] CODENSA S.A ESP Colombia, “*Ejecución del mantenimiento en Redes de Media y Baja Tensión PC016*”, Infrastructure and Networks, 2015.
- [5] CODENSA S.A ESP Colombia, “*Operación para la Atención de Emergencias PC054*”, Infrastructure and Networks, 2015.
- [6] Línea de Negocio de Distribución LATAM, “*Operaciones Técnica*”, Gerencia Técnica Latinoamericana, 2013.
- [7] CODENSA S.A ESP Colombia, “*Glosario del Sistema Normativo* [online]”. http://sp-corporativo/sitios/Sistema_Normativo/glosario/default.aspx
- [8] CODENSA S.A ESP Colombia, Información Departamento Unidad Operativa Bogotá zona sur, 2014-2015.
- [9] James P. Womak y Daniel T. Jones, “*LEAN THINKING: Cómo utilizar el Pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*”. Ed. Gestión 2000. Año 2003
- [10] Secretaria de Tránsito y Transporte, “*Código Nacional de Tránsito Terrestre: ley 769 de 2002*”, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2002.

- [11] Daniel T. Jones, “¿Qué es el Lean?”, Extracto del artículo de Dan Jones, 2007.
<http://www.institutolean.org/>

- [12] Alberto Galgano, “*Tres Revoluciones Caza desperdicios: Doblar la productividad con la "Lean Production"*”, Ediciones Díaz de Santos, Madrid 2004.
https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=UtnPv459AocC&oi=fnd&pg=PR7&dq=lean+production+tesis&ots=2PIDqvkgFe&sig=6QHAJ6KAyonO7XRjPUTC_aDKnp0#v=onepage&q&f=true

- [13] Paula A. Gómez, “*Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad, productividad*”, Gestión y sociedad, 2010.
<http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/gs/article/viewFile/946/853>

- [14] Juan C. Hernández y Antonio V. Idoipe, “*Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación*”, Escuela de Organización industrial EOI, 2013.
<https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

- [15] Endesa Colombia, “*Atención Línea Ciclo Comercial IN279*”, Gestión del Servicio al Cliente, 2010

- [16] Alberto V. Contreras, Edber Galindo, “*Conceptos y reglas de Lean Manufacturing 2da edición*”, Editorial Limusa S.A, 2008.

- [17] German E. Jaramillo, “*Manufactura esbelta: la estrategia de Toyota para la productividad*”, Tecnología del plástico, ed.5, vol.22, pp. 34-36, Jun./Jul.2007